

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Hornicko-geologická fakulta

Institut hornického inženýrství a bezpečnosti



**NÁVRH NA MODERNIZACI TECHNOLOGICKÉ LINKY
V LOKALITĚ VYBORG-ERKELJA V RUSKÉ FEDERACI**

**PROPOSAL FOR MODERNIZATION OF THE PROCESS LINE IN
THE SITE ERKELJA VYBORG IN THE RUSSIAN FEDERATION**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor:

Šebestová Ludmila

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Milan Mikoláš, Ph.D.

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

Zadání bakalářské práce

Student: **Ludmila Šebestová**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 2102R012 Využívání zdrojů stavebních nerostných surovin
Téma: Návrh na modernizaci technologické linky v lokalitě Vyborg-Erkelja v
Ruské federaci
Proposal for modernization of the process line in the site Erkelja Vyborg
in the Russian Federation

Zásady pro vypracování:

Úvod

1. Současný stav dobývání a dopravy v lomu Vyborg-Erkelja v Ruské federaci
2. Zhodnocení současného stavu technologické úpravárenské linky v řešené lokalitě
3. Návrh na modernizaci úpravárenské linky
4. Stručné technicko-ekonomické a ekologické vyhodnocení navrženého řešení

Závěr

Rozsah práce : 25 - 30 stran textu, 3 - 5 grafických příloh

Seznam doporučené odborné literatury:

KRYL, V., et al.: *Povrchové dobývání ložisek*. 1. vyd. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1997, 266 s., ISBN 80-7078-396-6.

ČEP, H.; ŠPÍRKOVÁ, R.: *Technologie úpravy kameniva*. Brno: Těžební unie, 1997, 143 s.


ŘEPKA, V.: *Technologie zpracování surovin*. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1998, 95 s., ISBN 80-7078-548-9.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Milan Mikoláš, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2010

Datum odevzdání: 30.04.2011


prof. Ing. Pavel Prokop, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval(a) samostatně a uvedl(a) jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl(a) jsem byl seznámen(a) s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 29.4.2011


Ludmila Šebestová

PODĚKOVÁNÍ:

Ráda bych poděkovala Ing. Josefu Svobodovi za cenné rady, doporučení a konzultace při vypracování bakalářské práce, doc. Ing. Milanu Mikolášovi, Ph.D., garantu našeho oboru, za podporu, kterou mě a mým kolegům věnoval po dobu studia.

Poděkování patří rovněž mé rodině za její trpělivost a podporu.

Anotace

Obsahem mé bakalářské práce je návrh na modernizaci technologické linky v lomu v lokalitě Vyborg – Erkelja v Ruské federaci.

Bakalářská práce popisuje současný stav technologické linky, včetně schématu a návrhu na postup modernizace. Jsou zde popsány jednotlivé stroje, které by bylo možné použít i s vybavením, které je nutné k provozu. Připojeno je i ekonomické vyhodnocení provozu navrhované linky.

V závěru je zobrazena konečná bilance hmotných toků suroviny v konečném řešení.

Klíčová slova: úpravárenská linka, modernizace, kuželový drtič, třídič, zrnitost kameniva

Summary

The content of my bachelor thesis is a proposal for modernization of the process line in the site Vyborg-Erkelja in the Russian Federation.

Bachelor's thesis describes the current state of technological lines, including diagram and process of modernization. There are described various machines that can be used with equipment necessary for operation. The economic evaluation is connected of the proposed new technological lines.

At the end of bachelor thesis it viewed the final balance of materials for the proposed new technological lines.

Keywords: process line, modernization, gyratory crusher, preselector, aggregate gradation

OBSAH

Seznam použitých zkratk

Úvod.....	1
1. Současný stav dobývání a dopravy v lomu Vyborg – Erkelja v Ruské federaci....	2
2. Zhodnocení současného stavu technologické úpravářenské linky v řešené lokalitě.....	3
2.1. Popis současné situace.....	3
2.2. Bilance hmotných toků.....	4
2.3. Seznam strojů a zařízení současné linky.....	6
3. Návrh na modernizaci technologické linky.....	8
3.1. Sekundární kuželový drtič HCC 12/340.....	8
3.2. Třidič VTK 160 x 500/3 pro třídění produktu sekundárního drtiče.....	11
3.3. Finální kuželový drtič HCC 9/65.....	13
3.4. Finální třidič VTK 160 x 400/3.....	16
3.5. Seznam strojů a zařízení pro navrhovanou rekonstrukci linky.....	18
4. Stručné technicko-ekonomické a ekologické vyhodnocení navrženého řešení..	24
Závěr.....	27
Použitá literatura.....	28
Internetové zdroje.....	28
Seznam obrázků.....	29
Seznam tabulek.....	30
Seznam příloh.....	31

Seznam použitých zkratk

G-B	Goodwin Barsby
s	Velikost nastavení štěrby
$D_{sřt}$	průměr zrna
č.	číslo
vč.	včetně
el.	elektrický
B	šířka
L	délka
H	výška
ks	kusy
sd	sady

ÚVOD

Tématem mé bakalářské práce je „Návrh na modernizaci technologické linky v lokalitě Vyborg – Erkelja v Ruské federaci.“ Zabývám se zde modernizací strojního těžebního zařízení, která má zvýšit efektivitu dobývání, tím snížit náklady a zmírnit zátěž na životní prostředí způsobenou používáním zastaralých strojů.

Spolupráce mezi zahraničními lomy a českými výrobci strojního zařízení je velmi častá pro kvalitu výrobků a výhodnější cenu pro objednavatele.

1. SOUČASNÝ STAV DOBÝVÁNÍ A DOPRAVY V LOMU VYBORG – ERKELJA

Vyborg leží na Karelské šíji ve Vyborském zálivu, na severozápadě Ruska v Leningradské oblasti - 130 km severozápadně od Petrohradu a 38 km jižně od hranice s Finskem.

V lomu se těží hornina, která se nazývá granodiorit a vyznačuje se těmito vlastnostmi:

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| - objemová hmotnost | 2,67 g/cm ³ |
| - otlukovost | 27,7 – 32,1 % |
| - pevnost v tlaku za sucha | 167 MPa |

Pro přepravu suroviny mezi jednotlivými úpravárenskými stroji se používá převážně pásových dopravníků. Tento způsob dopravy je požit v různých etapách úpravy až po následnou a expedici.

Expedice je prováděna dvěma způsoby, a to nákladní kolejovou dopravou nebo nákladní lodní dopravou, která je velmi dobře dostupná, protože oblast se nachází v zálivu.

2. ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU TECHNOLOGICKÉ ÚPRAVÁRENSKÉ LINKY V ŘEŠENÉ LOKALITĚ

Lom byl původně zaměřen na výrobu železničních štěrků (frakce 32/63) a frakce do 32 mm byly spíše odpadem - měly velmi špatnou tvarovou hodnotu. Po změně majitelů se výroba orientovala na místní stavební firmy, v důsledku čehož byla snížena kapacita (podle odbytových možností), ale byla požadována podstatně lepší tvarová hodnota granulovaných drtí do 22 mm. Původní vstupní část linky (po sekundární drtič) má ale podstatně vyšší kapacitu, které je podle potřeby využíváno i pro výrobu frakce 32/63.

2.1. Popis současné situace

Surovina z těžby je dopravována do násypky primárního drtiče DCJ 1250 x 1000. Mezi žlabovým podavačem pod násypkou a čelistovým drtičem je zabudován pevný rošt, který odtrhne zahliněnou část rubaniny do cca 63 mm. Ta je dopravena pásovým dopravníkem na skládku. Primární drtič pracuje s nastavením výstupní štěrbinou cca 200 mm. Produkt primárního drtiče je dopraven pásovým dopravníkem o šířce 1000 mm na zemní skládku.

Tato vstupní část linky byla vybudována ještě za původního majitele jako součást předpokládané rekonstrukce (zvýšení kapacity) celé linky, orientované na přednostní výrobu železničních štěrků. K propojení zemní skládky s následnou linkou vybudováním tunelového odběru a pásového dopravníku nedošlo, i když je toto opatření stále i ve výhledu opatření současného provozovatele a jeho realizace je závislá především na dostupnosti potřebných investičních prostředků.

Ze zemní skládky je surovina prozatím odebírána nakladačem a poté nákladními auty navážena do násypky původního primárního drtiče, kterým je dvouvzpěrný čelistový drtič anglické výroby firmy Goodwin Barsby. Od drtiče již neexistuje žádná dokumentace – jeho velikost je odhadována na 42" x 36" (= 1067 x 914 mm) – a velmi obtížně se pro něj zajišťují náhradní díly. Byl již mnohokrát opravován a není v dobrém technickém stavu. Proto pracuje se štěrbinou cca 140 mm a drtí jen minimální množství největších kusů ze suroviny z meziskládky. Před drtičem je instalován článkový podavač a další pevný rošt, opět s hranicí třídění cca 63 mm. Propad roštu jde na další zemní skládku a je dle údajů provozovatele poměrně dobře prodejný.

Produkt čelistového drtiče G-B je dopravován netříděný do kuželového drtiče DKT-H 1200/200.

Produkt kuželového drtiče je pak tříděn nejprve na třídiči VTN 1500 x 4000/2 se sítí s hranicemi třídění 63 a 32 mm. Nadsítné + 63 se vrací zpět do kuželového drtiče DKT-H 1200/200, frakce 32/63 je finální produkt. Provozovatel má zájem zpracovat podstatnou část tohoto produktu na granulované drtě.

Podsítné 0/32 mm je pak tříděno na třídiči EDT 1500 x 3000/2 na frakce 0/8- 8/16 a 16/32.

Produkty jsou skladovány na zemních skládkách a expedovány s použitím nakladače, pro nakládku frakce 32/63 do železničních vagónů je vybudována samostatná nakládací stanice s možností kontrolního přetřídění produktu ze skládky této frakce (eliminace segregace a případného znečištění na skládce).

2.2 Bilance hmotných toků

Při výpočtu hmotných toků bylo využito typových zrnitostních křivek rubaniny pro granitoidní horniny z manuálu fy Nordberg a výsledků provozních měření drtičů obdobné konstrukce a za podobných podmínek. V následující tabulce (č.1) jsou uvedena zrnitostní složení a výkony v nejdůležitějších místech linky. Hranice třídění jsou ve sloupcích zrnitostních složení vyznačeny zdvojenými čarami.

Tabulka 1: Zrnitostní složení a výkony čelistového drtiče DCJ 1250 x 1000

# frakce mm	Rubanina		Vstup do DCJ 1250 x 1000 = primárního drtiče		Produkt DCJ 1250 x 1000 s = 200 mm		Vstup do GB (42“ x 36“)	
	%	t/h	%	t/h	%	t/h	%	t/h
+ 800	14,2	20,3	16,2	20,3				
500/800	22,4	32,2	25,6	32,2				
300/500	20,6	29,5	23,5	29,5				
250/300	5,3	7,7	6,1	7,7	15,2	19,1	19,1	19,1
125/250	15,2	21,7	17,3	21,7	41,2	51,8	51,8	51,8
90/125	5,1	7,3	5,8	7,3	14,2	17,8	17,8	17,8
63/90	4,8	6,9	5,5	6,9	9,0	11,3	11,3	11,3
45/63	3,3	4,7			4,3	5,4		
32/45	2,5	3,6			3,8	4,8		
22/32	2,2	3,2			2,6	3,3		
16/22	4,4	6,3			2,4	3,0		
11/16					3,4	4,3		
8/11					0,8	1,0		
4/8					0,9	1,1		
2/4								
1/2					2,2	2,7		
0/1								
Celkem		143,4	D _{str} = 465,9 mm	125,6	D _{str} = 146,8	125,6	D _{str} = 177,4 mm	100,0

Produkt drtiče Goodwin Barsby je stanoven odhadem na základě podmínky, že největší zrna z jeho produktu musí být zpracovatelná následujícím drtičem DKT – H 1200/200. Této podmínce by měl vyhovět provoz čelistového drtiče se štěrbinou cca 140 – 150 mm.

Tabulka 2: Zrnitostní složení a výkony kuželového drtiče DKT-H 1200/200

# frakce mm	Produkt GB (odhad)		Podání do DKT-H 1200/200				Produkt DKT-H s = 30 mm	
			Z GB	Vrat.vět	Celkem			
	%	t/h	t/h	t/h	%	t/h	%	t/h
150/200	26,0	26,0	26,0		24,9	26,0		
125/150	14,0	14,0	14,0		13,4	14,0		
90/125	15,0	15,0	15,0		14,4	15,0		
63/90	13,0	13,0	13,0	4,4	16,7	17,4	4,2	4,4
45/63	9,0	9,0	9,0		8,6	9,0	20,8	21,7
32/45	6,5	6,5	6,5		6,2	6,5	28,1	29,3
22/32	4,0	4,0	4,0		3,8	4,0	16,6	17,3
16/22	3,7	3,7	3,7		3,5	3,7	8,0	8,4
11/16	2,8	2,8	2,8		2,7	2,8	6,2	6,5
8/11	2,5	2,5	2,5		2,4	2,5	3,6	3,8
4/8	1,9	1,9	1,9		1,8	1,9	5,2	5,4
2/4	1,6	1,6	1,6		1,5	1,6	2,8	2,9
1/2								
0/1							4,5	4,7
Celkem	D _{str} = 107,7	100,0	100,0	4,4	D _{str} = 99,7 mm	104,4	D _{str} = 32,7	104,4

2.3 Seznam strojů a zařízení současné linky

ČELISŤOVÝ DRTIČ DCJ 1250 x 1000

- včetně pohonu, krytů spojovacího a kotevního materiálu

Typové číslo	1037
Rozměry (d x š x v)	3675 x 2900 x 4205
Velikost vstupních zrn:	1000 x 800 mm
Rozsah nastavení	150 – 280 mm
Používané nastavení	200 mm
Výkon	180 - 395 t/h
Instalovaný příkon:	132 kW
Hmotnost drtiče	54,150 t
Hmotnost pohonu	2,280 t
Celková hmotnost:	56,430 t

ČELISŤOVÝ DRTIČ GOODWIN BARSBY 4“x 36“ (1067 x 914mm)

Parametry nezjištěny, provozován se štěrbinou cca 140 mm

KUŽELOVÝ DRTIČ DKT-H 1200/200

Typové číslo	4714
Rozměry (d x š x v)	2550 x 3140 x 2850
Velikost vstupních zrn:	185 x 210 x 250 mm
Rozsah nastavení	20 - 63 mm
Používané nastavení	30 mm
Výkon	84 - 185 m ³ /h
Instalovaný příkon:	90 kW
Hmotnost drtiče vč. pohonu	23 t

TŘÍDIČ VTN 1500 x 4000/2

Typ:	1636
Počet třídících ploch	2
Třídící plocha (š x d, plocha)	1500 x 4000 mm, 6 m ²
Min./Max. hranice třídění:	16/200 mm
Dopravní rychlost:	0,33 m/s
Sklon	15 °
Výkon:	dle zrnitostního složení tříděné suroviny, hranice třídění a zvoleného typu síta
Příkon:	15 kW
Hmotnost :	7,75 t

TŘÍDIČ EDT 1600 x 3000/2

Typ:	1405
Počet třídících ploch	2
Třídící plocha (š x d, plocha)	1600 x 3000 mm, 4,8 m ²
Min./Max. hranice třídění:	2/63 mm
Dopravní rychlost:	0,22 m/s
Sklon	15 °
Výkon:	dle zrnitostního složení tříděné suroviny, hranice třídění a zvoleného typu síta
Příkon:	5,5 kW
Hmotnost :	2,3 t

Schéma současného stavu linky (příloha 1).

3. NÁVRH NA MODERNIZACI ÚPRAVÁRENSKÉ LINKY

3.1. Sekundární kuželový drtič HCC 12/340

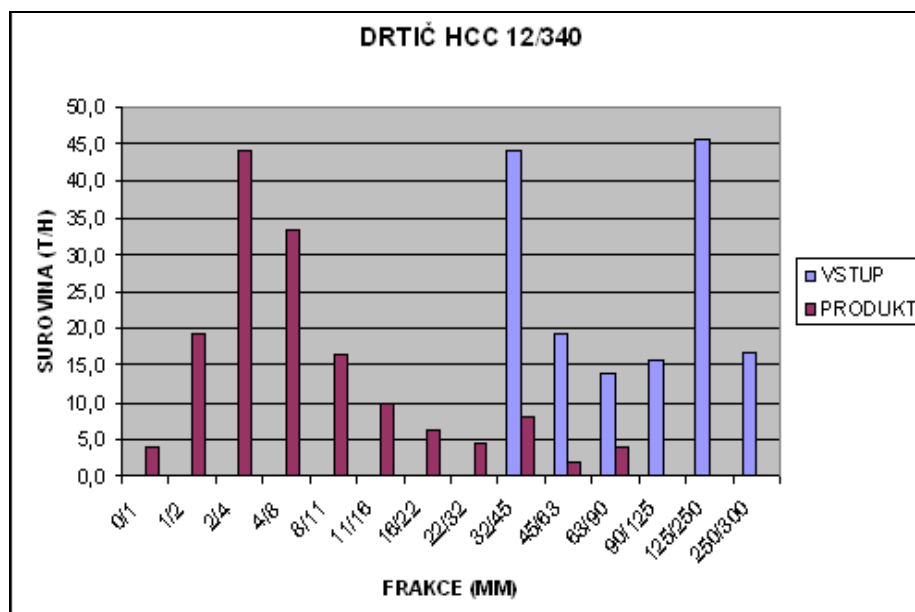
Návrh na modernizaci předpokládá náhradu čelistového drtiče Goodwin Barsby a následného kuželového drtiče DKT 1200/200 jedním kuželovým drtičem. Ten musí být proto schopen zpracovat zrna z produktu primárního drtiče DCJ 1250 x 1000 do cca 300 mm. Tomu vyhovuje kuželový drtič HCC 12/340. Vzhledem k velikosti primárně podrceného materiálu je nutno počítat s provozem drtiče s nastavením šterbiny v rozmezí cca 30 - 35 mm kvůli přijatelnému stupni zdrobnění a z něj vyplývajícimu zatížení hydraulického okruhu. Při tomto nastavení má drtič značnou rezervu kapacity. Proto se při nominálním výkonu linky 100 t/h ve finálních produktech předpokládá, že do drtiče budou vracena zrna nad 32 mm z jeho produktu. Pokud by se vyráběla frakce 32/63, je možno uvažovat se zvýšením výkonu linky.

Drtič HCC 12/340 by byl instalován v místě stávajícího drtiče Goodwin Barsby.

Doporučuje se zachovat rošt s hranicí třídění 63 mm na vstupu do drtiče, neboť dle pozorování primárně podrcená surovina obsahuje ještě určitý podíl nečistot.

Tabulka 3: Zrnitostní složení a výkony kuželového drtiče HCC 12/340

# frakce mm	Produkt DCJ 1250 x 1000 s = 200 mm		Vstup do HCC 12/340				Produkt HCC 12/340 S = 30 - 35 mm	
			Z DCJ	Vratná větev	Celkem			
	%	t/h	t/h	t/h	%	t/h	%	t/h
250/300	15,2	16,8	16,8			16,8		
125/250	41,2	45,6	45,6			45,6		
90/125	14,2	15,7	15,7			15,7		
63/90	9,0	9,9	9,9	3,9		13,8	2,5	3,9
45/63	4,3	4,7		19,1		19,1	12,3	19,1
32/45	3,8	4,2		44,2		44,2	28,5	44,2
22/32	2,6	2,9					21,5	33,4
16/22	2,4	2,7					10,5	16,3
11/16	3,4	3,8					6,2	9,6
8/11	0,8	0,9					4,0	6,2
4/8	0,9	1,0					2,9	4,5
2/4	2,2	2,4					5,1	7,9
1/2							1,3	2,0
0/1							5,2	8,1
Celkem	D _{stř} = 146,8	110,6	88,0	67,2	D _{stř} = 113,4 mm	155,2	D _{stř} = 28.9 mm	155,2



obrázek 1: Graf velikosti zrn suroviny na vstupu a výstupu u drtiče HCC 12/340



obrázek 2: Kuželový drtič HCC 12/340



obrázek 3: Kuželový drtič HCC 12/340



obrázek 4: Kuželový drtič HCC 12/340

3.2. Třidič VTK 160 x 500/3 pro třídění produktu sekundárního drtiče

Za drtičem bude instalován třidič VTK 160 x 500/3, který bude osazen sítí s hranicemi třídění 63, 32 mm a co nejmenším sítím – předpokládáme cca 4 mm – které pouze oddělí pískovou frakci tak, aby nezatěžovala nově instalovaný drtič.

Tabulka 5: Parametry třidiče VTK 160 x 500/3

Třidič: VTK 160 x 500/3, 8 m²		Sklon [°]:	18	
Vstup [t/h]:	155,2	Materiál:		Drcený kámen
Syp.hm.[t/m ³]:	1,6			
Rychlost [m/min]:	19,8	Třídění:		Suché
Hranice třídění	Prop.pl.[%]	Tvar oka	Min.plocha [m ²]	Min.šířka [m]
63	76	# 70 x 70, Ø drátu 10 mm	1,793	0,016
32	66	# 35 x 35, Ø drátu 8 mm	3,484	0,522
4	41	# 5 x 5 Ø drátu 2,8 mm	4,295	2,306

Na spodní síťové ploše vznikne vyšší vrstva suroviny, než by bylo žádoucí pro přesné třídění. Protože ale toto síto separuje pouze drobná zrna bez nároku na kvalitu obou produktů (nadsítne se dále drtí, propad je odpad), je tato skutečnost akceptovatelná.

Je nutné prověřit dostatečnost kapacity a příkonu motoru vratného pasového dopravníku dopravujícího nadsítne frakce třidiče VTK zpět do sekundárního drtiče. Tato úprava je nezbytná proto, že výroba frakce 32/63 bude v novém režimu ponechána pouze jako alternativní, ale pasový dopravník musí být schopen bezpečně vrátit do sekundárního drtiče všechna zrna nad 32 mm.



obrázek 5: Třidič VTK 160 x 500/3



obrázek 6: Třidič VTK 160 x 500/3



obrázek 7: Třidič VTK 160 x 500/3

3.3. Finální kuželový drtič HCC 9/65

Pro dosažení vyhovujícího tvaru zrn granulovaných frakcí do 22 mm je nutno veškeré částice této velikosti (+ frakci 22/32, případně i omezené množství frakce 32/63 – ale vždy ve směsi s uvedenými menšími frakcemi), pocházející ze druhého stupně drcení, znovu drtit s malým stupněm zdrobnění a se zaplněným drticím prostorem v kuželovém drtiči ve třetím stupni drcení.

Mezisítnou frakci 4/32 navrhujeme směřovat pasovým dopravníkem do prostoru současné skládky frakce 16/32, kde bude nově instalována malá vyrovnávací násypka s kapacitou 12 m³, ze které bude surovina 4/32 podávána podavačem přímo do finálního drtiče. Instalace násypky je nezbytná s ohledem na zajištění provozu finálního drtiče se zaplněným drticím prostorem, což je bezpodmínečně nutné pro dosažení vyhovujícího tvaru zrn menších finálních produktů. Produkt finálního drtiče je pak třeba roztrdit na novém trojsítném třídíči s hranicemi třídění 16 (11), 8 a 4 mm na finální produkty.

Instalace pasového dopravníku pro vracení frakce +16 mm do finálního drtiče není nezbytná, provozovateli se doporučuje zvážit, jestli při výrobě sortimentu 0/4, 4/8 a 8/11 nebude frakce 11/22 zůstat na skládce příliš mnoho. Je ovšem také možno navrhnout vyrovnávací násypku s možností navážení nakladačem – v tom případě je nutné instalovat mezi násypku a drtič pasový dopravník.

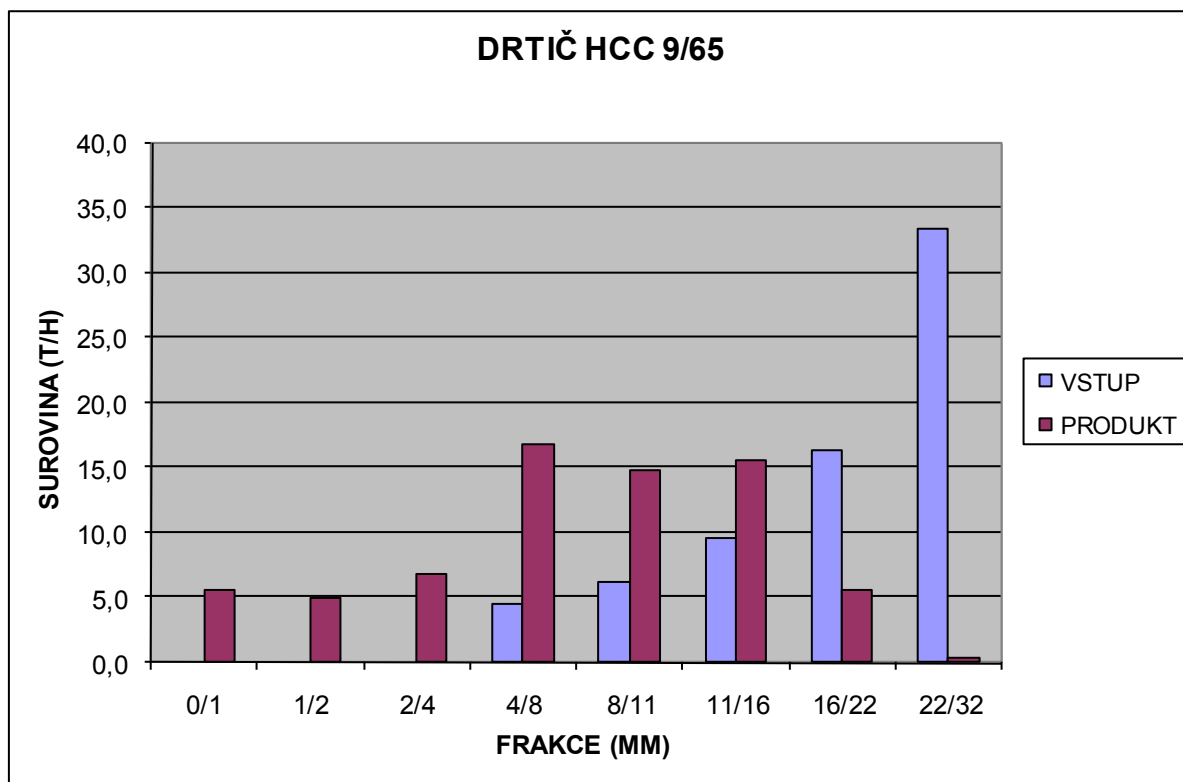
Do třetího stupně drcení je navržen hydraulický kuželový drtič HCC 9/65

Maximálního výnosu frakce 8/16 a současně výnosu frakce nad 16 mm do 10 % se dosáhne při nastavení šterbiny finálního drtiče cca 10 mm. Z této podmínky je ze zrnitostní křivky kuželového drtiče HCC 9/65 možno odvodit potřebný výkon drtiče. Z takto stanoveného výkonu finálního drtiče jsou pak dopočítána zatížení existujícího zbytku linky. Tento režim linky je možno považovat za extrémní, neboť celá výroba je do 22 mm s malým podílem frakce 16/22. Protože je ale nutno počítat i s jinými režimy provozu linky, je finální třídíč navržen s určitou rezervou.

Tvar zrn finálních produktů je stanoven podle výsledků provozních zkoušek při obdobných režimech provozu.

Tabulka 6: Zrnitostní složení a výkony kuželového drtiče HCC 9/65

# frakce mm	Podání do HCC 9/65				Produkt HCC 9/65 s = 10 mm		
	Z HCC 12/340	Vrat.vět.	Celkem				
	t/h	t/h	%	t/h	%	t/h	B _{i3} %
22/32	33,4		47,7	33,4	0,5	0,3	
16/22	16,3		23,3	16,3	7,8	5,5	16
11/16	9,6		13,7	9,6	22,2	15,6	11
8/11	6,2		8,9	6,2	21,0	14,7	15
4/8	4,5		6,4	4,5	23,9	16,7	18
2/4					9,7	6,8	
1/2					7,0	4,9	
0/1					7,9	5,5	
Celkem	70,0	0,0	D _{stř} = 20,4 mm	70,0	D _{stř} = 8,5	70,0	



obrázek 8: Graf velikosti zrn suroviny na vstupu a výstupu u drtiče HCC 9/65



obrázek 9: Kuželový drtič HCC 9/65



obrázek 10: Provoz kuželového drtiče HCC 9/65

3.4. Finální třídič VTK 160 x 400/3**Tabulka 7: Parametry třídičů VTK**

typové označení	-	120x400	160x400	160x500	160x600	200x400	200x500	200x600
šířka třídící plochy	mm	1200	1600			2000		
délka třídící plochy	mm	4000	4000	5000	6000	4000	5000	6000
počet třídících ploch	ks	1 - 4						
Příkon	1 plošný		15	15		15	18,5	
	2 plošný	15	15	15	22	15	22	30
	3 plošný	15	15	22	30	18,5	22	30
	4 plošný	15	22	22		22	37	37

Třídič je volen s dosti značnou rezervou s ohledem na možné jiné režimy provozu. V případě potřeby úspory investičních nákladů je možno uvažovat i o velikosti VTK 120 x 400/3, v žádném případě ale nedoporučujeme s ohledem na kvalitu třídění použít kratší třídič.

Tabulka 8: Parametry třídiče VTK 160 x 400/3

Třídič: VTK 160 x 400/3, 6,4 m²		Sklon [°]:	18	
Vstup [t/h]:	70,00	Materiál:	1	Drcený kámen
Syp.hm.[t/m ³]:	1,6			
Rychlost[m/min]:	19,8	Třídění:	1	Suché
Hranice třídění	Prop.pl.[%]	Tvar oka	Min.pl.[m ²]	Min.šřř.[m]
16	56	# 18 x 18 Ø drátu 6 mm	1,869	0,096
8	48	# 9 x 9 Ø drátu 4 mm	2,974	0,998
4	41	# 5 x 5 Ø drátu 2,8 mm	2,698	0,550

**obrázek 11: Třídič VTK 160 x 400/3**



obrázek 12: Třídič VTK 160 x 400/3



obrázek 13: Třídič VTK 160 x 400/3

3.5 Seznam strojů a zařízení pro navrhovanou rekonstrukci linky

01 1sd Drtící jednotka s kuželovým drtičem HCC 12/340

v semimobilním provedení

01-01 1 Kuželový drtič hydraulický HCC 12/340, typové číslo 4179, včetně hlavního pohonu umístěného na společném ocelovém rámu s pružným uložením.

Hlavní pohon obsahuje:

- elektromotor s kotvou nakrátko, ochrana IP 54, izolace třídy E
- řemenici s klínovými řemeny
- kryt pohonu

1 olejová stanice s hydrogenerátorem pro přestavování drtícího kužele (stavění štěrby) a se systémem okruhu mazání včetně filtrů, oba okruhy včetně pohonů, dále s ventilátorem pro chlazení mazacího oleje, topným tělesem pro ohřev oleje a s propojovacími tlakovými hadicemi mezi drtičem a olejovou stanicí.

Množství olejových náplní:

- hydraulický olej 55 litrů
- mazací olej 250 litrů
- tuková mazací náplň 0,3 kg/směnu

1 kompletně vybavený silový elektrorozvaděč včetně jištění a ovládání silových okruhů, napájení ovládacích obvodů a k napojení ostatních částí elektrozařízení

1 ovládací panel s řídicím počítačem s monitorováním a vizualizací rozhodujících provozních veličin včetně jejich nastavení a ovládání stavitelných provozních parametrů (umístěný zpravidla ve velínu)

1 centrální tukové mazání s nastavitelným automatickým provozem

- | | |
|---------------------|---------------|
| Typ: HCC | 12/340 |
| Doporučená štěrbina | 35 mm |
| Vstupní kusovost: | 300 mm |
| Výkon | 250 - 270 t/h |

Instalované příkony:

- | | |
|-----------------------|----------|
| hlavní pohon | 160,0 kW |
| pohon hydrogenerátoru | 1,5 kW |
| pohon čerpadla mazání | 2,2 kW |

		pohon ventilátoru	1,5 kW	
		topné těleso pro přehřev oleje	2,5 kW	
		Hmotnost včetně pohonu:		25 200kg
01-02	1	Nosná ocelová konstrukce pod drtič v provedení semimobilním, svařena z válcovaných profilů vč. ochoz. plošin, schodů, zábradlí, spojovacího a kotevního materiálu.		
		Rozměr: 4 520 x 3 170 x 2 500		4 700 kg
01-03	1	Výsypka z drtiče na pásový dopravník, svařena z plechu.		
		Rozměr: 1 800 x 1 400 x 1 200		500 kg
		Celková hmotnost sady		30 400kg
02	1sd	Třídící jednotka s vibračním třídičem VTK 160 x 500/3		
		v semimobilním provedení		
02-01	1	Vibrační třídič VTK 160 x 500/3, trojsítný, vč. pohonu.		
		Typ : VTK 160 x 500/3		
		Rozměr provozní: 5 300 x 3 000 x 3 500		
		Přepravní: 6 000 x 2 350 x 2 000		
		Hranice třídění: # 63; # 32 , # 4		
		Síta: ocelová pletená, # 70 x 70, Ø drátu 10 mm		
		# 35 x 35, Ø drátu 8 mm		
		# 5 x 5, Ø drátu 2,8 mm		
		Výkon: 160 t/h		
		Příkon: 22 kW		
		Hmotnost :		5 000 kg
02-02	1	Nosná ocelová konstrukce v provedení semimobilním, svařovaná z válc. profilů, dělená, vč. ochoz. plošin a schodů z podlah. roštů, zábradlí a okopových plechů, kolejnic pro pojezdový třícestný skluz a spoj. materiálu.		
		Rozměr : 10 300 x 3 800 x 5 250		
		Hmotnost :		5 130 kg
02-03	1	Sada skluzů pod třídící jednotku (1x podsítná, 2 x mezisítná, 1x nadsítná).		
		- upevněná na OK pol. 01-02, přizpůsobená pro pojezd třícestného skluzu pol. 01-03, svařena z ocel. plechů t = 6 mm, skluzné plochy pancéřované ořezavzdorným plechem t = 6 mm, výstup. otvory 400 x 400 mm, ukončeny gurtou. Zaústění do bočního vedení přizpůsobit při montáži.		

		Rozměr: 1 ks - 1 600 x 400 x 1 600	
		2 ks - 1 600 x 400 x 400	
		1 ks - 5 000 x 1 900 x 3 200	
		Hmotnost:	2 250 kg
02-04	1	Skluz posuvný z třídiče, třícestný, uložený na pojezdu, svařovaný z ocel. plechů t = 6 mm, skluzné plochy pancéřované otěruvzdorným plechem t = 8 mm.	
		Rozměry: 2 300 x 1 750 x 2 300	
		Hmotnost :	920 kg
02-05	1	Protiprašné těsnění a zakrytování zahrnující	
		- zakrytí horní sítové plochy včetně nosného rámu	
		- zakrytí zadní stěny třídiče	
		- utěsnění skluzu podsítné frakce	
		Hmotnost	670 kg
		Celková hmotnost třídící jednotky	13 970kg
03	1sd	Vyrovnávací násypka s vibračním podavačem , s možností navážení nakladačem	
03-01	1	Vyrovnávací násypka, svařovaná z ocelových plechů, vyztužena, pancéřovaná, vč. kotevního a spojovacího materiálu.	
		Objem: 10 m ³	
		Hmotnost:	3 200 kg
03-02	1	Vibrační podavač VPL 70 x 250, včetně pohonu, pružin a spojovacího materiálu.	
		Rozměr: 2 500 x 1 300 x 690	
		Výkon: 70 t/h	
		Max. velikost podání: 100 mm	
		Příkon: 2 x 2,7 kW	
		Hmotnost:	930 kg
		Celková hmotnost sady	4 130 kg

04 1sd Drtící jednotka pro třetí stupeň drcení s drtičem HCC 9/65 v provedení semimobilním sestávající z:

04-01 1 hydraulický HCC 9/65, typové číslo 4153, včetně hlavního pohonu umístěného na společném ocelovém rámu s pružným uložením.

Hlavní pohon obsahuje:

- elektromotor s kotvou nakrátko, ochrana IP 54, izolace třídy E
- řemenici s klínovými řemeny
- kryt pohonu

1 Olejová stanice s hydrogenerátorem pro přestavování drtícího kužele (stavění štěrbiny) a se systémem okruhu mazání včetně filtrů, oba okruhy včetně pohonů, dále s ventilátorem pro chlazení mazacího oleje a s propojovacím potrubím mezi drtičem a olejovou stanicí, včetně příslušných čidel a jistících prvků

Množství olejových náplní:

- hydraulický olej 45 litrů
- mazací olej 200 litrů
- tuková mazací náplň 0,2 kg/směnu

1 Kompletně vybavený elektrorozvaděč, včetně ovládacích okruhů pro ovládání - plně automatizovaného provozu drtiče ve dvou provozních režimech

- ovládání drtiče v manuálním režimu provozu
- monitorování a vizualizace rozhodujících provozních veličin

Typ: HCC 9/65 (CSS = 8 mm , e = 22 mm)

Vstupní kusovost: max. 65 mm

Výkon : 75 t/h

Instalované příkony:

hlavní pohon	132.0 kW
pohon hydrogenerátoru	1.5 kW
pohon čerpadla mazání	2.2 kW
pohon ventilátoru	1.5 kW

Hmotnost

14 000 kg

04-02	1	Nosná ocelová konstrukce pod drtič, v provedení semimobilním, svařena z válcových profilů, vč. ochoz.plošin, schodů, zábradlí, spoj., kotev. a pomocného materiálu pro montáž drtící jednotky. Rozměr: 2 500 x 3 300 x 2 500 Hmotnost :	2 650 kg
04-03	1	Výsypka z drtiče na pasový dopravník, svařena z plechu, včetně spojovacího materiálu. Rozměr: 1 800 x 1 400 x 1 200 Hmotnost: Celková hmotnost drtící jednotky:	250 kg 16 900 kg

Pásová doprava:

Obecná specifikace použitých pásových dopravníků:

Konstrukce. Čtyřhranné trubky (Jäkl), příhradová konstrukce

Gumový pás: EP 400/3 4+2

Spojení pasu: konstrukce šroubované, pasy lepené

Provedení: semimobilní bez lávek

B1	1	Pásový dopravník dle obecné specifikace, s V - podpěrrou, pro dopravu frakce 5/32 mm do vyrovnávací násypky 02 Velikost B = 500 mm , L = 15 m Dopravní výška: H = 4 380 mm Výkon: 70 t/h Příkon: 4 kW Hmotnost:	1 850 kg
B2	1	Pásový dopravník dle obecné specifikace, s V - podpěrrou, pro dopravu frakce 5/32 mm z vyrovnávací násypky do drtiče 01 Velikost B = 500 mm , L = 18 m Dopravní výška: H = 5 290 mm Výkon: 70 t/h Příkon: 5,5 Kw Hmotnost:	2 200 kg

B3	1	Pásový dopravník dle obecné specifikace, s V - podpěrrou, pro dopravu produktu drtiče 01 na třídič 03	
		Velikost	B = 500 mm , L = 24,5 m
		Dopravní výška:	H = 6 840 mm
		Výkon:	70 t/h
		Příkon:	5,5 kW
		Hmotnost:	2 970 kg
B4-B7	4	Pásový dopravník dle obecné specifikace, s V - podpěrrou, pro dopravu na skládku	
		Velikost	B = 500 mm , L = 15 m
		Dopravní výška:	H = 4 120 mm
		Výkon:	max. 30 t/h
		Příkon:	3 kW
		Hmotnost (4)	7 400 kg
		Celková hmotnost pásové dopravy	14 420 kg

Nevylučuje se použití zbylých pásových dopravníků ze stávající linky nebo z jiných zdrojů investora. Posouzení jejich použitelnosti bude předmětem prováděcího projektu.

Schéma navrhované linky je přiloženo v příloze č. 2.

4. Stručné technicko-ekonomické a ekologické vyhodnocení navrženého řešení

Provozní náklady jsou vyhodnoceny individuálně pro nabízené stroje. Jsou vztaženy na 1 t výroby granulovaných drtí, tj. frakcí $0/4 + 4/8 + 8/16 + 16/22 = 70$ t/h produktů z finální třídírny.

5.1. Drtiče

Parametr		HCC 9/65	HCC 12/340
Souhrnné údaje:			
Fond provozních hodin/rok (10 h x 5 dnů v týdnu x 4 týdny za měsíc x 11 měsíců/rok – 400 h údržby) hodin/rok		1 800	
Výkon linky ve finálních produktech t/h		70	
Výkon drtiče v t/h		70	155
Výnos granulovaných drtí t/h		52,8	
Celková výroba produktů 0/22 t/rok		126 000	
<u>1. Elektrická energie</u>			
Příkon instalovaný kW		132 + 5,2	160 + 7,7
Ø spotřeba kW		105 + 4	130 + 5
Spotřeba el. energie kWh/t produktů 0/22		1,56	0,871
Cena Kč/kWh (průměrná)		3,50	
Náklady na el. energii Kč/t produktů 0/22		5,46	3,049
<u>2: Spotřeba tuků a olejů</u>			
Náplň mazacího oleje l		200,0	250,0
Životnost mazacího oleje h		5 000	5 000
Spotřeba mazacího oleje l/rok		72	90
Cena Kč/l		39	39
Náklady na mazací olej Kč/rok		2 808	3 510
Náplň hydraulického oleje l		45	55,0
Životnost mazacího oleje h		5 000	5 000
Spotřeba hydraulického oleje l/rok		16,2	19,8
Cena Kč/l		39	39
Náklady na hydraulický olej Kč/rok		632	772

Spotřeba mazacího tuku kg/3000 h		50	70
Spotřeba mazacího tuku za rok kg		30	42
Cena Kč/kg		67	67
Náklady na mazací tuk Kč/rok		5 450	7 096
Náklady na tuky a oleje Kč/t produktu 0/22		0,04	0,06
3. Spotřeba náhradních dílů			
Náklady na drtící nástroje Kč/rok		128 786	190 652
Ostatní náhradní díly Kč/rok		60 959	99 708
Náklady na náhradní díly Kč/t produktu 0/22		1,506	2,304
4: Mzdové náklady na údržbu a výměnu náhradních dílů			
Pravidelná údržba 2 h/týden x 45 týdnů => h/rok		90	90
Výměna náhradních dílů 2 prac. x 2 směny x počet výměn		96	96
Průměrná mzda vč. odvodů 140 Kč/h => Kč/rok		26 040	26 040
Mzdové náklady na t výroby frakce 0/22 Kč/t		0,10	0,10
<u>Celkové provozní náklady drtičů Kč/t frakce 0/22</u>		<u>7,106</u>	<u>5,513</u>

5.2. Třidiče

Parametr	VTK 160 x 500/3	VTK 160 x 400/3
1: Souhrnné údaje:		
Fond provozních hodin/rok (10 h x 5 dnů v týdnu x 4 týdny za měsíc x 11 měsíců/ rok – 400 h údržby) => hodin/rok	1 800	
Výkon linky v navážce t/h	70	
Výnos granulovaných drtí t/h	52,8	
Výkon třidiče t/h	155,2	70,0
Celková výroba produktů 0/22 t/rok		
1. Elektrická energie		

Příkon instalovaný kW	22	15
Ø spotřeba kW	17,6	12
Spotřeba el. energie kWh/t produktů 0/22	0,142	0,171
Cena Kč/kWh (průměrná)	3,50	
Náklady na el. energii Kč/t produktů 0/22	0,479	0,599
2: Spotřeba tuků a olejů		
Spotřeba mazacího tuku kg/směnu		
Spotřeba mazacího tuku za rok (20g/50 h) kg	1,44	1,44
Cena Kč/kg	67	
Náklady na mazací tuk Kč/rok	97	97
Náklady na tuky a oleje Kč/t produktu 0/22	<u>Méně než 0,01</u>	
3. Spotřeba náhradních dílů		
Počet sad sít/rok	0,33	0,33
Cena jedné sady sít Kč	553 700	477 000
Náklady na síta Kč/rok	182 721	157 410
Náklady na síta Kč/t produktu 0/22	1,450	1,249
Ostatní náhradní díly vč. skluzů Kč/rok	139 500	116 600
Náklady na náhradní díly Kč/t produkt 0/22	1,107	0,925
4: Mzdové náklady na údržbu a výměnu náhradních dílů		
Pravidelná údržba 2 h/týden x 45 týdnů => h/rok	90	90
Výměna náhradních dílů 2 prac. x 1 směna x počet výměn => h/rok	6	6
Průměrná mzda vč. odvodů 140 Kč/h => Kč/rok	13 440	
Mzdové náklady na t výroby frakce 0/22 Kč/t	0,106	0,106
Celkové provozní náklady Kč/t frakce 0/22	3,142	2,879

Celkové provozní náklady nově instalovaných strojů: $18,64 \pm 10 \% =$ maximálně 20,50 Kč/tunu granulovaných drtí 0/22 mm.

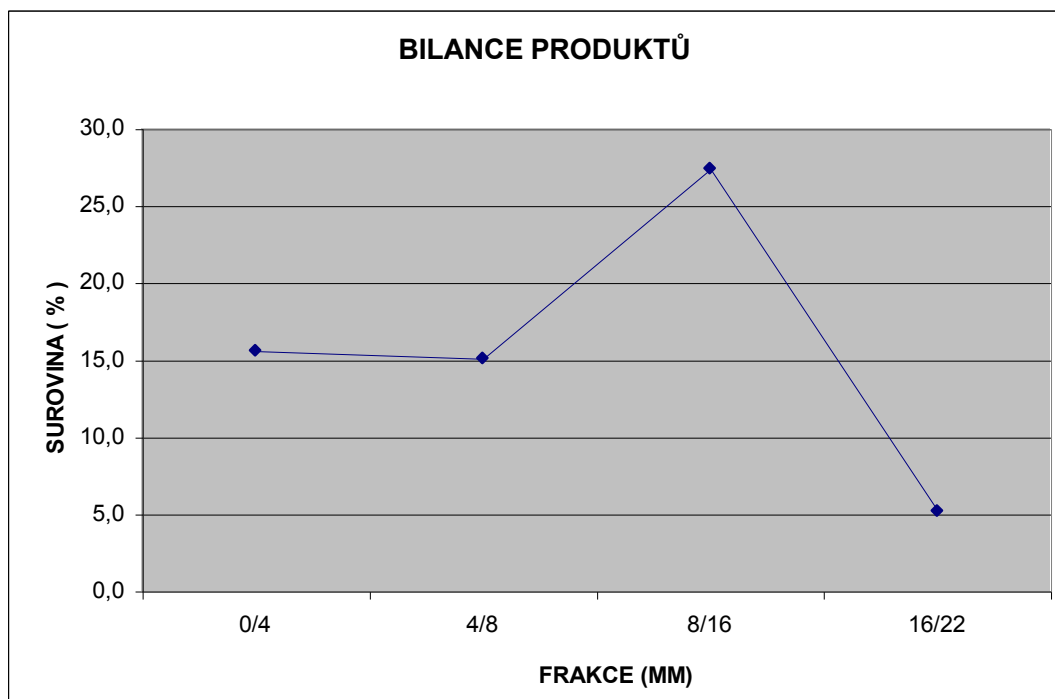
Nově navrhované řešení by mělo zajistit energeticky úspornější provoz. Prodlouží se intervaly mezi výměnou různých mazacích a hydraulických olejů, filtrů apod. tím se výrazně sníží dopad na životní prostředí.

ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo vypracovat návrh na modernizaci technologické linky. V práci sem zhodnotila současný stav výrobní linky a navrhla její možnou rekonstrukci. V posledním bodu mé práce je ekonomické vyhodnocení nákladů na provoz nové linky. Po rekonstrukci bude celková bilance produktů dle následující tabulky.

Tabulka 8: Celková bilance produktů

Frakce mm	t/h	%
16/22	5,8	5,2
8/16	30,3	27,4
4/8	16,7	15,1
0/4	17,2	15,6
Drtě celkem	70,0	63,3
0/63	22,6	20,4
Odpad 0/4	18,0	16,3
Navážka celkem	110,6	100,0



obrázek 14: Graf bilance produktů

Použitá literatura

1. PSP Engineering a.s. – návod k použití a technické listy kuželových drtičů HCC
2. PSP Engineering a.s. – návod k použití a technické listy vibračních třídičů VTK
3. Evans, Howard: Minerals processing - Norberg reference manual
4. Kryl Václav a kol.: Povrchové dobývání ložisek, 1. vyd. Ostrava
5. Čep, Špírková: Technologie úpravy kameniva, Vydala Těžební unie Brno 1997
6. Crushing and Screening Handbook, Firemní tisk firmy METSO No 2051-09-06, tisk Kitjapaino Hermes, Finsko

Internetové zdroje

1. www.dspprerov.cz

Seznam obrázků

1. Graf velikosti zrn suroviny na vstupu a výstupu u drtiče HCC 12/340 (vypracování Šebestová).....	9
2. Kuželový drtič HCC 12/340 (PSP Engineering a.s.).....	9
3. Kuželový drtič HCC 12/340 (PSP Engineering a.s.).....	10
4. Kuželový drtič HCC 12/340 (PSP Engineering a.s.).....	10
5. Třidič VTK 160 x 500/3 (PSP Engineering a.s.).....	11
6. Třidič VTK 160 x 500/3 (PSP Engineering a.s.).....	12
7. Třidič VTK 160 x 500/3 (PSP Engineering a.s.).....	12
8. Graf velikosti zrn suroviny na vstupu a výstupu u drtiče HCC 9/65 (vypracování Šebestová).....	14
9. Kuželový drtič HCC 9/65 (PSP Engineering a.s.).....	15
10. Provoz kuželového drtiče HCC 9/65 (PSP Engineering a.s.).....	15
11. Třidič VTK 160 x 400/3 (PSP Engineering a.s.).....	16
12. Třidič VTK 160 x 400/3 (PSP Engineering a.s.).....	17
13. Třidič VTK 160 x 400/3 (PSP Engineering a.s.).....	17
14. Graf bilance produktů (vypracování Šebestová).....	27

Seznam tabulek

1. Zrnitostní složení a výkony čelistového drtiče DCJ 1250 x 1000.....	4
2. Zrnitostní složení a výkony kuželového drtiče DKT-H 1200/200.....	5
3. Zrnitostní složení a výkony kuželového drtiče HCC 12/340.....	8
4. Parametry třídiče VTK 160 x 500/3.....	11
5. Zrnitostní složení a výkony kuželového drtiče HCC 9/65.....	14
6. Parametry třídičů VTK.....	16
7. Parametry třídiče VTK 160 x 400/3.....	16
8. Celková bilance produktů.....	27

Seznam příloh

1. Schéma současného stavu linky
2. Schéma navrhované linky
3. Tabulky výkonů drtičů